

**OPTIMASI HASIL PRODUKSI PERTANIAN BERDASARKAN KUALITAS AIR
IRIGASI WILAYAH PESISIR DI KECAMATAN WONOKERTO, KABUPATEN
PEKALONGAN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

Oleh:

ASTI MEDIANI

E 100 160 176

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERESETUJUAN

“OPTIMASI HASIL PRODUKSI PERTANIAN BERDASARKAN KUALITAS AIR IRIGASI WILAYAH PESISIR DI KECAMATAN WONOKERTO, KABUPATEN PEKALONGAN”

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

Asti Mediani

NIM : E100160176

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen
Pembimbing,



(~~Dra.~~ Alif Noor Anna, M.Si)

HALAMAN PENGESAHAN

“OPTIMASI HASIL PRODUKSI PERTANIAN BERDASARKAN KUALITAS AIR IRIGASI WILAYAH PESISIR DI KECAMATAN WONOKERTO, KABUPATEN PEKALONGAN”

PUBLIKASI ILMIAH

OLEH

ASTI MEDIANI

NIM : E100160176

Telah di ujikan oleh Dewan Penguji
Fakultas Geografi Jurusan Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari : **Rabu, 29 Juli 2020**
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. Dra. Alif Noor Anna, M.Si
(Ketua Dewan Penguji)
2. Dr. Kuswaji Dwi Priyono, M.Si
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Drs. Munawar Cholil, M.Si
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)



Dekan Fakultas Geografi

(Drs. Yuli Priyana, M.Si)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 29 Juli 2020



Asti Mediani

OPTIMASI HASIL PRODUKSI PERTANIAN BERDASARKAN KUALITAS AIR IRIGASI WILAYAH PESISIR DI KECAMATAN WONOKERTO, KABUPATEN PEKALONGAN

Abstrak

Kecamatan Wonokerto merupakan salah satu Wilayah Pesisir yang ada di Kabupaten Pekalongan. Wilayahnya yang berbatasan dengan Laut Jawa menjadikan Kecamatan Wonokerto termasuk ke dalam wilayah yang berpotensi rawan bencana banjir rob. Sebanyak 15,061% Wilayah Kecamatan Wonokerto mengalami alih fungsi lahan akibat banjir rob, sektor yang paling terdampak adalah sektor pertanian. Hal ini dikarenakan banjir rob yang menimbulkan intrusi pada air irigasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persebaran kualitas air irigasi berdasarkan salinitas, mengoptimasi pemanfaatan lahan pertanian, dan mengoptimasi produksi pertanian berdasarkan kualitas air irigasi pada Wilayah Pesisir. Berdasarkan hasil uji DHL pada empat desa, intrusi air laut sudah mencapai saluran irigasi Bagian Tengah Kecamatan Wonokerto. Hal tersebut ditunjukkan dengan kualitas air irigasi berdasarkan salinitasnya, pada saluran Bagian Tengah masuk ke dalam kelas C3. Saluran tersebut mengairi pertanian di Desa Rowoyoso dan Desa Tratebang. Tingkat salinitas tertinggi berada pada saluran irigasi dengan jarak terdekat dengan garis pantai, yang dikategorikan pada kelas C4. Adapun, tingkat salinitas paling rendah terdapat pada saluran yang terletak paling Selatan di Kecamatan Wonokerto dengan kategori kelas C2, yang artinya tingkat salinitas air irigasi sedang dan masih digolongkan sebagai air tawar. Guna mencapai nilai optimum dalam penggunaan lahan sektor pertanian di Kecamatan Wonokerto, maka penelitian ini menggunakan metode simpleks. Perhitungan dengan metode simpleks menghasilkan suatu pemodelan rencana penggunaan lahan dan nilai produksi pada sektor pertanian. Berdasarkan hasil pemodelan dan perhitungan, Kecamatan Wonokerto mampu menghasilkan nilai produksi Rp 62.038.360.189. Hasil dari penelitian ini hanya dapat digunakan dengan menimbang beberapa keterbatasan, yaitu pengambilan data pada musim kemarau dengan estimasi produksi secara tahunan, data ketersediaan luasan lahan pertanian, dan kendala pandemi COVID-19 dalam pengumpulan data.

Kata kunci : Banjir rob, intrusi irigasi, optimasi pertanian.

Abstract

Wonokerto Sub-district is one of the Coastal Areas in Pekalongan Regency. The area bordering with Java Sea makes that area potentially prone to tidal flood disasters. Some of 15,061% area of Wonokerto Sub-district were changed due to tidal flooding, the most affected sector was the agricultural sector. The tidal floods that cause intrusion in irrigation water. The aims of this research are to analyze the distribution of the irrigation water quality, optimize agricultural land use, and optimize agricultural production based on irrigation water quality in the Coastal Area. Based on the results of the DHL test in four villages, sea water intrusion has

reached the Central area of irrigation channel in Wonokerto Sub-district. This is indicated by the quality of irrigation water based on its salinity, the Central part of the channel is part of C3. The channel irrigates the agriculture in Rowoyoso Village and Tratebang Village. The highest salinity level is in the canal with the closest distance from the coastline. Which is categorized in C4 class. Meanwhile, the lowest salinity level is found in the southernmost channel in WonokertoSub-district with the category C2 class, which means that the salinity level of irrigation water is moderate and is still classified as fresh water. In order to achieve the optimum value of land use for agricultural sector at Wonokerto Sub-district, this study uses the simplex method. Calculation using the simplex method produce a modeling of land use plans and production values in the agricultural sector. Based on the results of modeling and calculation, Wonokerto District is able to produce a production value of Rp. 62,038,360,189. The results of this study can only used by considering several obstacles, there are data collection during the dry season with estimates the annual production, data on the availability of agricultural land, and the constraints of the COVID-19 pandemic when collecting data.

Keywords : Tidal Flood, Irrigation water intrusion, agricultural optimization

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Pekalongan memiliki potensi perikanan, potensi kehutanan, potensi pertanian hingga perkebunan. Potensi-potensi tersebut merupakan sektor unggulan Kabupaten Pekalongan yang menyumbang 17,08% pada angka PDRB Kabupaten Pekalongan (Badan Pusat Statistik, 2019). Adapun, Kabupaten Pekalongan termasuk sebagai lumbung padi Jawa Tengah. Hal ini dikemukakan oleh Dirjen Sayuran Tanaman dan Obat Kementrian Pertanian RI dalam panen raya di Desa Tanjungsari, Kecamatan Kajen, Kabupaten Pekalogan pada tanggal 20 Desember 2017 (jateng.tribunnews.com). Selain itu, melalui sektor pertanian budidaya tambak dan juga sektor perikanan kelautan, mampu menjadikan Kabupaten Pekalongan sebagai salah satu penyokong hasil perikanan di Jawa tengah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2016 hasil budidaya tambak Kabupaten Pekalongan berada di peringkat 8 dari 35 kabupaten atau kota di Jawa Tengah, dan Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu provinsi yang menyumbang hasil budidaya tambak terbanyak di Indonesia (analisis.kontan.co.id).

Potensi tersebut merupakan keunggulan dari wilayah pesisir. Adapun, di sisi lain keberagaman potensi wilayah pesisir tersebut juga menghadapi

Kabupaten Pekalongan dengan berbagai permasalahan. Salah satunya adalah bencana banjir rob. Kecamatan Wonokerto adalah salah satu Wilayah Pesisir Kabupaten Pekalongan yang terdampak banjir rob.

Masuknya air laut ke daratan tentu berpengaruh besar terhadap kondisi lingkungan di daratan, seperti terganggunya fungsi sumber air tawar karena terintrusi oleh air laut yang terbawa banjir pasang. Oleh karenanya, manajemen sumberdaya air wilayah pesisir merupakan suatu hal yang kompleks. Hal ini diperkuat oleh pendapat Duan (2016) bahwa wilayah pesisir apabila dilihat berdasarkan perspektif pengelolaan sumberdaya air dianggap sebagai yang paling rumit dan daerah yang menantang, mengingat kepadatan populasi yang tinggi, aktivitas manusia yang canggih dan kerentanan tinggi untuk beberapa bahaya seperti intrusi air laut.

Bahaya intrusi air laut ini sangat mengancam dan dapat menyebabkan hilangnya wilayah pertanian masyarakat. Menurut artikel yang dipublikasikan secara online oleh mongabay.co.id pada 27 September 2014, dikatakan bahwa:

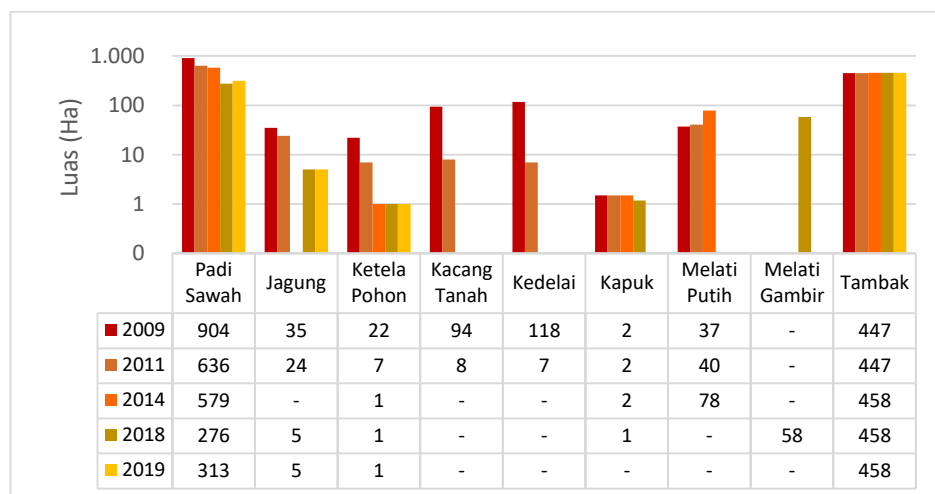
“Data BPS Jateng menyebutkan, pada 35 kabupaten/kota Jateng, lahan pertanian mengalami penyusutan mencapai 6,484 hektar dalam 10 tahun terakhir. Belum termasuk lahan pertanian hilang akibat bencana lingkungan seperti rob dan erosi pantai. Di Pekalongan lahan pertanian menjadi tambak sekitar 1.800 hektar dan di Demak 2.000 hektar.”

Seperti yang dilansir laman berita online Radar Pekalongan pada 4 November 2019, bahwa *“persoalan erosi pantai dan banjir rob kian membuat warga setempat kesulitan mencari nafkah. Sebab, zaman dulu mata pencaharian warga setempat sebagian besar menggantungkan sumber penghasilannya pada hasil perkebunan melati.”*

Adapun, sektor pertanian merupakan sektor yang bergantung pada potensi air baik itu ketersediaan maupun kualitas air. Didukung oleh pendapat Duan (2016) bahwa pertanian merupakan konsumen terbesar dari pemanfaatan air, teridentifikasi sebagai kontributor dan sektor yang paling rentan dari intrusi air laut, terutama wilayah pesisir dengan daerah yang datar, dengan kenaikan permintaan dan persaingan pemanfaatan air dalam perkembangan ekonomi,

pertumbuhan populasi dan fluktuasi iklim.

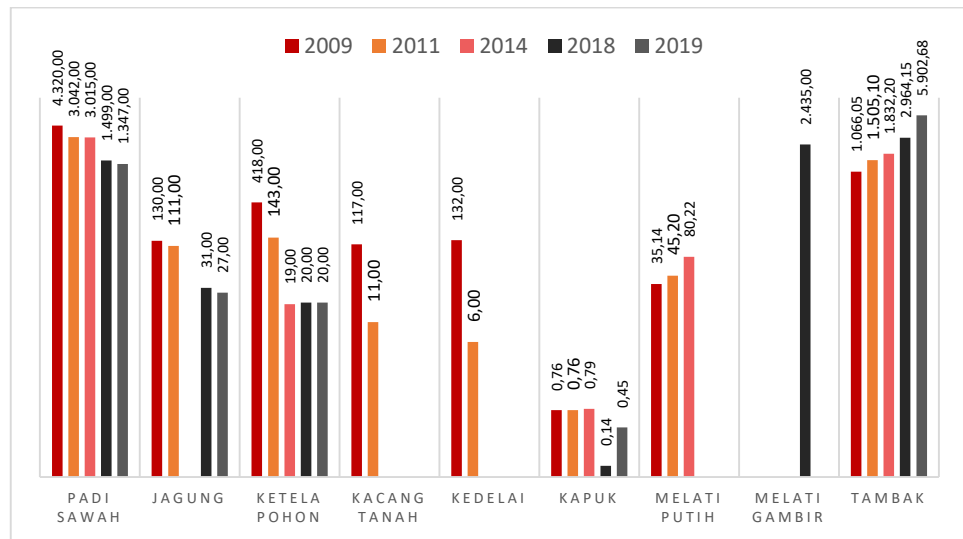
Fenomena intrusi air laut ke dalam perairan tawar akan mengganggu sistem pengairan terutama pada saluran irigasi, berpotensi memperparah kondisi lahan pertanian menjadi tinggi kandungan garamnya. Kandungan garam yang tinggi tidak sesuai dengan kualitas air sebagai pemanfaatan air untuk irigasi. Sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Burger & Čelková (2003) dalam Duan (2016) bahwa penggunaan air secara terus-menerus dengan konsentrasi tinggi garam sebagai irigasi, mengakibatkan garam menumpuk di tanah dan akhirnya merusak produktivitas lahan budidaya. Adapun, tidak semua jenis pertanian dapat bertahan dengan kondisi kandungan garam yang tinggi. Kondisi tersebut sangat mengancam pertanian, seperti yang tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram luas panen pertanian berdasarkan jenisnya di Kecamatan Wonokerto (Ha).

Sumber : Badan Pusat Statistik tahun 2009, 2011, 2015, 2018, dan 2019.

Berdasarkan Gambar 1 tentang luas panen pertanian berdasarkan jenisnya di Kecamatan Wonokerto, terlihat bahwa peralihan pertanian terjadi secara signifikan antara tahun 2009 hingga 2018. Rata-rata pada rentang waktu tersebut beberapa jenis pertanian mengalami penurunan luasan panen meskipun beberapa jenis pertanian tertentu justru mengalami peningkatan luasan panen.



Gambar 2. Diagram hasil Produksi Pertanian berdasarkan jenisnya di Kecamatan Wonokerto (Ton).

Sumber : Badan Pusat Statistik tahun 2009, 2011, 2014, 2018, dan 2019.

Data dari luasan panen tersebut juga sejalan dengan hasil produksi pertanian pada Gambar 2. Tahun 2009, produksi pertanian jenis padi sawah menghasilkan angka produksi yang besar yaitu sebanyak 4.320 ton dan menyusut pada tahun 2019 hingga tersisa 1.347 ton. Adapun, produksi pertanian tambak memiliki angka produksi yang stabil tiap tahunnya dan terus naik hingga tahun 2019, yaitu dari angka 1.060,05 ton pada tahun 2009 menjadi 5.902,68 ton di tahun 2019. Data tersebut menunjukan, tanaman melati dan tambak menjadi suatu hal yang istimewa di Kecamatan Wonokerto melihat perubahan luasan lahan dan hasil produksinya. Sektor pertanian jenis budidaya melati dan tambak dipilih petani Kecamatan Wonokerto sebagai langkah adaptasi dari ancaman banjir rob dan intrusi pada air irigasi. Hal ini sejalan dengan pendapat Adlani (2017) bahwa salah satu cara memanfaatkan lahan pertanian yang terendam banjir rob yaitu dengan memanfaatkan lahan tersebut menjadi tambak dan bertanam melati.

Terganggunya sektor pertanian di Wilayah Pesisir hingga memengaruhi hasil produksi yang tidak optimal, menjadi suatu hal yang menarik. Terlebih, peralihan sektor pertanian tersebut melibatkan 3 (tiga) jenis pertanian yang unggul, yaitu pertanian jenis padi, budidaya melati, dan budidaya tambak. Oleh karena latar belakang tersebut, agar dapat dengan bijak mengoptimalkan

pertanian di Kecamatan Wonokerto yang merupakan wilayah pesisir, penulis tertarik untuk mengkaji penelitian dengan judul **Optimasi hasil produksi pertanian berdasarkan kualitas air irigasi Wilayah Pesisir di Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan.**

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *survey* dengan pendekatan analisis lingkungan. Adapun, populasi dalam penelitian ini adalah Wilayah Jaringan Irigasi Pesantren Klethak yang berada di Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan. Secara pengambilan sampel hingga analisis, metode yang digunakan diperinci sebagai berikut.

2.1 Metode Pengambilan Sampel

Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dengan empat pertimbangan, yaitu:

1. Desa di Wonokerto yang pada wilayah pertaniannya terdapat saluran irigasi Pesantren Klethak.
2. Perbedaan jarak letak saluran irigasi dari garis pantai.
3. Kategori saluran irigasi Pesantren Klethak yaitu saluran sekunder dan tersier.
4. Pengambilan sampel air ini dilakukan pada musim kemarau. Hal ini didasari oleh penelitian Rachman, dkk (2018) bahwa pada musim kemarau sebagian lahan sawah mengalami peningkatan kandungan natrium dan daya hantar listrik tanah sawah pun meningkat.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka pengambilan sampel air berjumlah 4 (empat), yang terdiri dari :

1. Sampel pertama, terletak di Desa Tratebang.
2. Sampe kedua, terletak di Desa Semut.
3. Sampel ketiga, terletak di Desa Rowoyoso.
4. Sampel keempat, terletak di Desa Werdi.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Metode

pengumpulan data primer penelitian ini berupa obeservasi dan pengukuran di lapangan. Data primer tersebut yaitu, lokasi absolute jaringan irigasi, kandungan garam pada air irigasi, dan harga hasil produksi tiap jenis pertanian di Kecamatan Wonokerto. Adapun, data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Peta Digital Wilayah Administrasi.
2. Peta Digital penggunaan lahan tahun 2011 dan lahan Eksisting 2019.
3. Data produksi pertanian Kecamatan Wonokerto.
4. Data produksi budidaya tambak Kecamatan Wonokerto.
5. Data luas panen Kecamatan Wonokerto.
6. Skema Daerah Irigasi Pesantren Klethak
7. Peta Daerah Irigasi Pesantren Klethak.

2.3 Instrumen dan Bahan Penelitian

2.4.1 Intrumen Penelitian

Intrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah EC Meter, GPS Garmin, Kamera, dan Kompas.

2.4.2 Bahan Penelitian

1. Skema Daerah Irigasi Pesantren Klethak.
2. Peta Daerah Irigasi Pesantren Klethak tahun 2009.
3. Peta penggunaan lahan eksisting Kabupaten Pekalongan 2019 dan penggunaan lahan Kabupaten Pekalongan 2011.
4. Data hasil produksi pertanian Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan tahun 2009 s/d 2019.
5. Data luas panen pertanian Kecamatan Wonokerto, Kabupaten Pekalongan tahun 2009 s/d 2019.

2.4 Teknik Pengolahan Data

2.5.1 Data skema irigasi dan peta daerah irigasi

Data ini gunanya sebagai penentuan sampel. Pengolahannya menggunakan dua *software* yaitu ArcGIS 10.3 dan AutoCad 2013, untuk menghasilkan overlay data, yaitu peta daerah irigasi.

2.5.2 Data hasil Uji Daya Hantar Listrik (DHL) pada air irigasi

Pengolahan data ini mengacu pada baku mutu kualitas air irigasi berdasarkan uji Daya Hantar Listrik (DHL) yang mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dan dirinci berdasarkan penelitian Arsyad (1989, Foth, 1990 dan Suripin, 2004) untuk kesesuaian air irigasi sebagai parameter intrusi dan kesesuaian pertanian jenis padi, penelitian Rachmansyah, dkk (2010) dan Aliah (2017) untuk pertanian jenis budidaya tambak, penelitian Sajuri dan Ariyani (2020) untuk kesesuaian budidaya melati.

2. 5. 3 Data harga dan Luasan

Pengolahan data untuk data harga hasil produksi tiap jenis pertanian ini menggunakan metode simpleks dibantu dengan *software QM for Windows* dan *Microsoft Excel*.

2. 5 Metode Analisis

2. 6. 1 Teknik analisis deskriptif kuantitatif

Teknik analisis ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah pertama, yaitu mengenai kualitas air irigasi wilayah pesisir di Kecamatan Wonokerto. Hasil dari penggunaan teknik analisis ini yaitu untuk mengetahui saluran irigasi di wilayah pesisir mana saja yang mengalami intrusi air laut dampak dari banjir rob yang dilihat berdasarkan salinitas air irigasi tersebut, dan dibentuk peta persebaran.

2. 6. 2 Teknik analisis deskriptif komparatif

Teknik analisis ini membandingkan perubahan jenis pertanian dengan Wilayah Pesisir di Kecamatan Wonokerto pada rentang waktu 2011 s/d 2019. Adapun, teknik analisis ini merupakan pertimbangan dalam menganalisis hasil optimasi rencana luasan lahan pertanian irigasi Wilayah Pesisir di Kecamatan Wonokerto.

2. 6. 3 Teknik analisis dengan metode simpleks

Teknik analisis ini menggunakan hasil pengolahan metode simpleks berdasarkan data jenis pertanian di Kecamatan Wonokerto, luas lahan (hektar), hasil produksi (ton), dan kualitas air irigasi. Teknik analisis ini

digunakan untuk menjawab rumusan masalah kedua dan ketiga.

Fungsi Tujuan

$$Z = X \cdot Y \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

Z = Nilai produksi optimum (Rp)

X = Luas rencana lahan produksi (ha)

Y = Harga jual hasil produksi (Rp/ha)

Fungsi tujuan pada 2.1 kemudian di perinci sebagai berikut :

$$Z = \Sigma (X_{a1} \cdot Y_{a1}) + (X_{a2} \cdot Y_{a2}) + (X_{a3} \cdot Y_{a3}) + (X_{b1} \cdot Y_{b1}) + (X_{b2} \cdot Y_{b2}) + (X_{b3} \cdot Y_{b3}) + (X_{c1} \cdot Y_{c1}) + (X_{c2} \cdot Y_{c2}) + (X_{c3} \cdot Y_{c3}) + (X_{d1} \cdot Y_{d1}) + (X_{d2} \cdot Y_{d2}) + (X_{d3} \cdot Y_{d3}) \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

Z = Pendapatan produksi optimum (Rp)

a, b, c, d = Wilayah sampel dalam penelitian.

1, 2,3, 4 = Jenis pertanian dalam penelitian.

Variabel Keputusan

Penelitian ini menggunakan variabel keputusan yaitu Xn (luas rencana lahan produksi pertanian pada masing-masing wilayah)

Koefisien Tujuan

Penelitian ini memiliki koefisien tujuan (Yn) yaitu berupa harga jual hasil produksi dengan unit satuan Rp/ha.

Fungsi Kendala (constraint)

Fungsi kendala merupakan batasan-batasan yang ada untuk mencapai suatu fungsi tujuan optimum, sehingga penentuan variabel keputusan tidak dilakukan secara bebas. Penelitian ini memiliki dua pembatas yang menjadi kendala. Pembatas tersebut adalah indikator Daya Hantar Listrik (DHL) dan jumlah luasan lahan pertanian yang tersedia pada masing-masing wilayah. Pembatas tersebut dibentuk ke dalam persamaan sebagai berikut :

1. Fungsi kendala Daya Hantar Listrik (DHL).

$$a. (X_{a1} Y_{a1}) + (X_{a2} Y_{a2}) + (X_{a3} Y_{a3}) \leq I_a$$

$$b. (X_{b1} Y_{b1}) + (X_{b2} Y_{b2}) + (X_{b3} Y_{b3}) \leq I_b$$

$$c. (X_{c1} Y_{c1}) + (X_{c2} Y_{c2}) + (X_{c3} Y_{c3}) \leq I_c$$

$$d. (X_{d1} Y_{d1}) + (X_{d2} Y_{d2}) + (X_{d3} Y_{d3}) \leq I_d$$

Keterangan :

Ia : Hasil sampel kualitas air irigasi wilayah a dan disesuaikan

Ib : Hasil sampel kualitas air irigasi wilayah b dan disesuaikan

Ic : Hasil sampel kualitas air irigasi wilayah c dan disesuaikan.

Id : Hasil sampel kualitas air irigasi wilayah d dan disesuaikan

2. Fungsi kendala Σ luasan lahan pertanian yang tersedia.

$$a. (X_{a1} Y_{a1}) + (X_{a2} Y_{a2}) + (X_{a3} Y_{a3}) \leq P_a$$

$$b. (X_{b1} Y_{b1}) + (X_{b2} Y_{b2}) + (X_{b3} Y_{b3}) \leq P_b$$

$$c. (X_{c1} Y_{c1}) + (X_{c2} Y_{c2}) + (X_{c3} Y_{c3}) \leq P_c$$

$$d. (X_{d1} Y_{d1}) + (X_{d2} Y_{d2}) + (X_{d3} Y_{d3}) \leq P_d$$

Keterangan :

P_a : Σ luasan lahan pertanian wilayah a

P_b : Σ luasan lahan pertanian wilayah a

P_c : Σ luasan lahan pertanian wilayah a

P_d : Σ luasan lahan pertanian wilayah a

Melakukan pengolahan ke dalam software

Pengolahan ini menggunakan bantuan *software QM for Windows* dan *Microsoft Excel*. Pengolahan ini dilakukan dengan memasukkan hasil persamaan, fungsi kendala, variabel keputusan, dan koefisien tujuan untuk mendapatkan yang sesuai dengan fungsi tujuan.

3. HASIL DAN ANALISIS

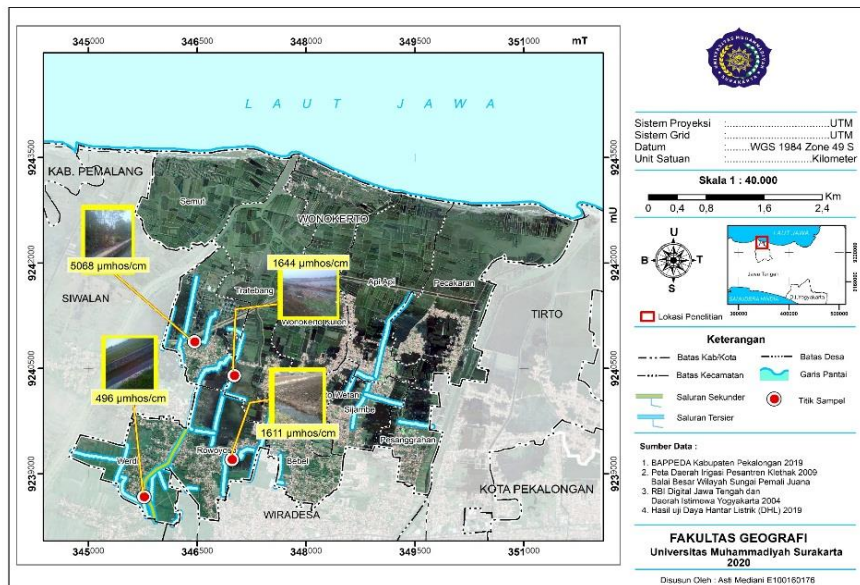
Kecamatan Wonokerto merupakan salah satu wilayah pesisir Kabupaten Pekalongan. Sebagian wilayah Kecamatan Wonokerto berpotensi rawan banjir rob dan 18,18% wilayahnya juga berpotensi rawan erosi pantai. Desa yang berbatasan dengan Laut Jawa, yaitu Desa Semut berpotensi erosi pantai dan juga banjir rob. Adapun, potensi rawan banjir rob ini hingga ke Bagian Tengah Kecamatan Wonokerto, yaitu Desa Tratebang dan Desa Rowoyoso. Potensi

rawan bencana banjir rob ini hanya mencapai Bagian Tengah Kecamatan Wonokerto. Desa Werdi yang berada di Bagian Selatan Kecamatan Wonokerto tidak memiliki potensi rawan banjir rob.

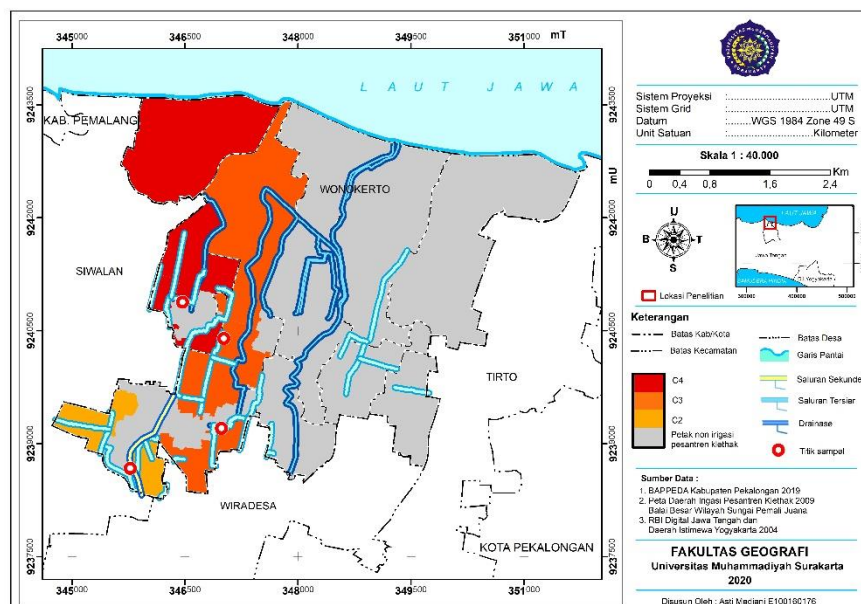
Terjadinya banjir rob di Kecamatan Wonokerto telah mengakibatkan perubahan lahan yang cukup besar. Selama rentang waktu 8 (delapan) tahun, yaitu dari tahun 2011 hingga 2019, sebesar 15,06% bagian wilayah mengalami peralihan fungsi lahan. Adapun, alih fungsi lahan yang mencirikan sebagai akibat dari adanya banjir rob adalah penggunaan lahan tegalan di Bagian Utara Kecamatan Wonokerto pada tahun 2011 sangat kontras dengan penggunaan lahan tahun 2019 yang didominasi lahan budidaya tambak. Bagian lahan persawahan pun beralih menjadi penggunaan lahan tambak yang semakin meluas. Pertambahan luasan lahan tambak sebesar 10,82% dari yang semula hanya 33,766% bagian wilayah Kecamatan Wonokerto, hingga pada tahun 2019 menjadi 44,587% wilayahnya diperuntukan sebagai lahan tambak. Selain perubahan lahan tambak, perubahan penggunaan lahan kebun juga mengalami kenaikan 2,79% dan tersebar dari Bagian Selatan hingga Bagian Tengah wilayah Kecamatan Wonokerto.

Perubahan penggunaan lahan yang mencolok pada sektor pertanian ini dikarenakan, banyaknya petani padi beralih menjadi petani melati dan petani tambak sebagai bentuk adaptasi. Adaptasi dilakukan dengan mengubah suatu jenis pertanian ke jenis pertanian lainnya, agar aktivitas pertanian dapat terus berlangsung, selain itu petani pun dapat tetap memanfaatkan lahan pertanian tersebut.

Alih fungsi lahan pada sektor pertanian ini dikarenakan banjir rob yang menjadikan sumber air irigasi terintrusi air laut. Intrusi ini terjadi melalui proses masuknya air laut yang terbawa banjir rob ke daratan hingga bercampur dengan sumber air tawar di daratan. Salah satu sumber air tawar di daratan yaitu air irigasi. Air irigasi merupakan salah satu air permukaan yang sangat penting bagi kehidupan petani. Sebab, air irigasi merupakan sumber air penyokong pertanian.



Gambar 3. Peta distribusi kualitas air irigasi Pesantren Klethak berdasarkan nilai salinitas, 2019.
Sumber : Penulis, 2020.



Gambar 4. Peta tingkat intrusi saluran irigasi berdasarkan baku mutu salinitas irigasi di Kecamatan Wonokerto, 2019.
Sumber : Penulis, 2020.

Berdasarkan hasil pengukuran pada empat desa, terlihat pada Gambar 3 dan Gambar 4, tingkat intrusi di saluran yang berjarak ± 5000 m dari garis pantai, masih berada pada batas aman untuk digunakan sebagai air irigasi. Saluran tersebut mengairi petak pertanian di Desa Werdi, termasuk dalam kelas C2.

Adapun, saluran yang berada pada Bagian Tengah sudah mencapai $> 1600 \mu\text{mhos/cm}$. Tergolong dalam kelas C3, yaitu salinitas tinggi. Saluran tersebut mengairi petak pertanian di Desa Rowoyoso dan Desa Tratebang. Masing-masing menunjukkan nilai, yaitu $1.611 \mu\text{mhos/cm}$ untuk Desa Rowoyoso, dan $1.644 \mu\text{mhos/cm}$ untuk Desa Tratebang.

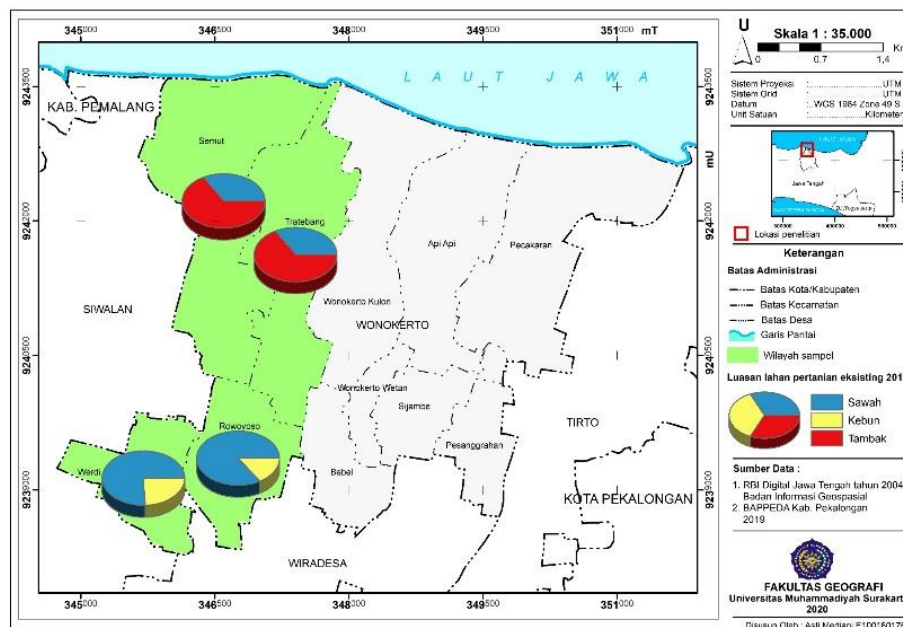
Salinitas tertinggi ditunjukkan oleh air irigasi pada saluran di Desa Semut, yaitu mencapai $5068 \mu\text{mhos/cm}$ atau masuk ke dalam kelas C4. Hasil ini menunjukkan bahwa air irigasi yang mengairi pertanian pada desa tersebut sudah menjadi air payau. Air yang dikategorikan sebagai air payau ini berkisar antara $5.000 - 15.000 \mu\text{mhos/cm}$. Adapun, air tersebut termasuk air dengan salinitas sangat tinggi. Penggunaannya untuk irigasi hanya dapat dilakukan untuk tanaman yang sangat toleran terhadap garam. Oleh karenanya, irigasi ini tidak lagi digunakan sebagai peruntukan pengairan lahan sawah. Padi yang ditanam dengan pengairan air ini tidak akan mampu bertahan hidup. Hal ini dikarenakan, tanaman padi bukanlah jenis tanaman yang memiliki toleransi kadar garam yang sangat tinggi.

Berdasarkan hasil uji Daya Hantar Listrik (DHL) pada saluran irigasi Pesantren Klethak, didapatkan bahwa saluran terletak paling Selatan, masih berada pada ambang batas aman. Pengaruh tingkat intrusi air irigasi ini sudah mencapai saluran yang berada di Bagian Tengah Kecamatan Wonokerto, yang berjarak ± 3000 s/d 4000 m dari garis pantai. Semakin menuju utara mendekati laut, nilai salinitas semakin meningkat.

Hal ini menjadikan perubahan lahan yang kemudian berdampak pada perubahan jenis pertanian. Perubahan ini dinilai sebagai bentuk adaptasi yang dilakukan oleh para petani di Kecamatan Wonokerto. Hasil dari tingkat salinitas ini selaras dengan potensi rawan bencana pada desa-desa tersebut. Saluran yang berjarak paling dekat dengan garis pantai berpotensi rawan erosi pantai dan banjir rob, sedangkan saluran pada desa yang paling Selatan tidak berpotensi banjir rob. Hal ini tercermin pada nilai salinitas yang kontras antara saluran yang dekat dengan garis pantai dengan saluran yang terletak paling Selatan.

Adanya keterbatasan dan kendala yang terjadi pada sektor pertanian di Kecamatan Wonokerto, menjadikan hasil dalam sektor pertanian tersebut kurang optimal. Guna mencapai hasil yang optimal dalam sektor pertanian, maka penelitian ini menggunakan program linier untuk membantu pemodelan rencana luasan lahan yang optimum. Penyelesaian dengan metode simpleks ini dimaksudkan untuk menampilkan sebuah pemodelan dari rencana luasan lahan pertanian untuk menghasilkan nilai maksimum dari kendala-kendala yang ada.

Hasil kualitas air irigasi disesuaikan dengan baku mutu toleransi kandungan garam dalam air masing-masing jenis pertanian untuk mencapai nilai maksimum. Penelitian ini menggunakan tiga baku mutu toleransi salinitas air. Pertama, baku mutu toleransi air irigasi peruntukan padi, yaitu antara 0-750 $\mu\text{mhos/cm}$. Kedua, baku mutu untuk budidaya melati. Tanaman melati yang dibudidayakan adalah jenis melati gambir dan melati putih dengan tingkat toleransi 0-4688 $\mu\text{mhos/cm}$. Terakhir, baku mutu untuk tambak yaitu 4.688-70.313 $\mu\text{mhos/cm}$. Selain mempertimbangkan kualitas air irigasi, juga mempertimbangkan ketersediaan luasan lahan. Ketersediaan lahan pertanian ini dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Peta persentase ketersediaan lahan eksisting peruntukan pertanian Kecamatan Wonokerto, 2019
Sumber : Penulis, 2020.

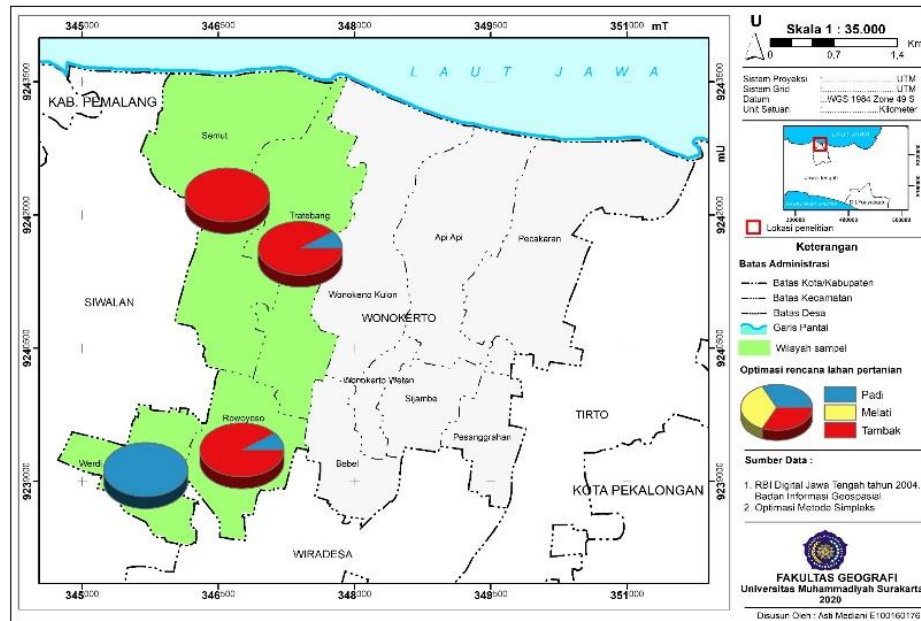
Kualitas air irigasi, dalam hal ini nilai salinitas yang merepresentasikan indikasi intrusi air irigasi dan juga ketersediaan lahan diolah menggunakan metode simpleks. Pemodelan menggunakan metode simpleks ini dibantu dengan *software QM for Windows*. *Software* tersebut digunakan untuk melakukan iterasi dalam metode simpleks. Hasil dari pengolahan dan pemodelan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Optimasi Rencana luasan lahan pertanian.

Desa	Jenis	Hasil (ha)			Jumlah
		Padi	Melati	Tambak	
	Tratebang	19,75	0,00	201,25	221
	Semut	0,00	0,00	302	302
	Rowoyoso	8,55	0,00	94,45	103
	Wardi	102,31	0,00	0,69	103

Sumber : Penulis, 2020.

Berdasarkan Tabel 1, didapatkan bahwa petak lahan pertanian yang irigasinya dekat dengan garis pantai, yaitu Desa Semut akan menghasilkan nilai maksimum bila seluruh lahan pertanian digunakan untuk pertanian jenis budidaya tambak. Hal ini dikarenakan, nilai salinitas pada air irigasi di Desa Semut mencapai 5068 $\mu\text{mhos/cm}$. Selanjutnya, petak lahan pertanian pada Desa Tratebang yang berbatasan dengan Desa Semut dan Rowoyoso, akan menjadi optimum bila 19,75 hektar lahannya ditanami padi dan sisanya sebanyak 201,25 hektar menjadi lahan budidaya tambak. Desa Rowoyoso yang saluran irigasinya berada di Bagian Tengah dari Kecamatan Wonokerto, akan menghasilkan pertanian yang optimum apabila 94,45 hektar lahannya menjadi tambak, dan sisanya 8,55 hektar tetap ditanami padi. Adapun, petak lahan pertanian pada Desa Wardi yang terletak paling Selatan, menurut hasil perhitungan dan pemodelan menjadi desa dengan jenis pertanian padi terbanyak, yaitu 102,31 hektar lahan yang akan menghasilkan nilai optimum. Sisanya, pada Desa Wardi terdapat 0,69 hektar berdasarkan hasil pemodelan yang menjadi budidaya tambak. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Peta persentase optimasi rencana luasan lahan pertanian Kecamatan Wonokerto.

Sumber : Penulis, 2020.

Berdasarkan Gambar 6, hasil perhitungan dan pemodelan tersebut tidak menunjukkan luasan untuk pertanian jenis budidaya melati pada masing-masing desa. Hal ini dikarenakan, nilai toleransi melati yang berada di tengah antara padi dan tambak. Selain itu, hasil perhitungan dan pemodelan ini menyesuaikan harga dari hasil produksi masing-masing jenis pertanian. Perhitungan dan pemodelan ini hanya menggunakan harga kasar dan mengabaikan jumlah modal sebagai nilai batasan. Sebab, modal yang dikeluarkan oleh petani berbeda-beda, meskipun untuk jenis pertanian yang sama.

Hasil optimasi luasan lahan yang telah dilakukan kemudian dikonversi dalam bentuk rupiah, sebagai nilai produksi. Desa Tratebang dengan luasan lahan yang tersedia 221 hektar mampu menghasilkan Rp 316.572.750,00 dari jenis pertanian padi, dan Rp 20.160.505.909,00 hasil dari budidaya tambak. Desa Rowoyoso mampu menghasilkan Rp 137.009.786,00 dari jenis pertanian padi dan Rp 9.461.902.034,00 dari budidaya tambak. Desa Werdi, sebagai desa yang terletak paling Selatan, berdasarkan pemodelan mampu menghasilkan Rp 1.639.919.357,00 dari jenis pertanian padi dan Rp 69.169.438,00 dari budidaya tambak.

Budidaya melati tidak direkomendasikan menjadi pertanian yang diandalkan di Kecamatan Wonokerto berdasarkan hasil konversi luasan menjadi nilai rupiah. Hal ini dikarenakan, dalam pemodelan ini budidaya melati tidak mampu menjadi penyokong dalam menuju nilai optimum. Nilai melati yang hanya menghasilkan Rp 9.301.724 per hektar akan kalah dengan nilai padi yang mencapai Rp 16.029.000 per hektar, dan juga budidaya tambak Rp 100.176.427 per hektar. Perhitungan dan pemodelan ini hanya menghitung nilai produksi dan bukan nilai laba. Sebab, pada penelitian ini hanya menggunakan harga kasar tanpa memperhitungkan modal. Penelitian ini juga hanya menggunakan batasan luasan lahan yang tersedia dan kualitas air irigasi dengan uji Daya Hantar Listrik (DHL).

Secara keseluruhan, hasil dari perhitungan dan pemodelan pada penelitian ini menunjukkan, bahwa wilayah yang mampu memberikan nilai hasil produksi paling besar adalah wilayah utara yang saluran irigasinya berdekatan dengan laut, yaitu Desa Semut. Desa ini mampu memberikan sokongan tertinggi pada sektor pertanian di Kecamatan Wonokerto senilai Rp 30.253.280.916,00 dengan optimasi peruntukan lahan budidaya tambak. Adapun, desa yang letaknya di Bagian Selatan yang secara salinitas masih berada pada ambang batas aman, hanya mampu memberikan sokongan nilai hasil produksi pada Kecamatan Wonokerto senilai Rp 1.709.088.795,00.

Nilai hasil produksi Desa Semut yang berupa hasil budidaya tambak masih dapat bernilai lebih, dikarenakan harga dari hasil produksi yang digunakan hanya harga rerata. Artinya, harga rerata ini menganggap seluruh jenis budidaya tambak memiliki rata-rata nilai Rp 100.176.427 per hektar, dengan nilai jual pada satuan beratnya adalah Rp 23.077 per kilogram. Adapun, penjualan hasil budidaya tambak ini beragam berdasarkan kualitas, berat, dan jenisnya. Jenis budidaya tambak yang paling bernilai tinggi adalah Udang Venamei yang mencapai lebih dari Rp 100.000 per kilogram.

Budidaya tambak jenis Udang Venamei ini juga telah di dukung pemerintah, terutama Kementrian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia.

Sebab, budidaya tambak jenis Udang Venamei ini selain bernilai ekspor, juga sangat menguntungkan secara harga. Omset dari budidaya udang venamei ini dapat mencapai Rp 1 miliar. Adapun, menurut laporan portal berita online Tempo pada 30 Maret 2016, budidaya tambak ikan bandeng dan udang venamei pada lahan bekas banjir rob berjalan dan berkembang dengan baik. Hal ini dapat menjadi solusi bagi perekonomian petani.

Pemodelan dalam penelitian ini merupakan hasil pada kondisi salinitas tinggi, yaitu musim kemarau dengan representasi estimasi produksi pertanian tahunan. Selain itu, luasan lahan pertanian yang digunakan dalam pemodelan optimasi ini menggunakan data sekunder penggunaan lahan eksisting 2019, penelitian ini juga terkendala dalam pengumpulan data karena adanya pandemi COVID-19. Sehingga data sekunder berupa peta potensi rawan bencana digunakan sebagai identifikasi potensi rawan banjir rob. Hasil dari penelitian ini juga bergantung pada harga jual produksi tiap pertaniannya, sehingga hasil ini sewaktu-waktu dapat berubah sesuai dengan harga pasar.

4. PENUTUP

Kualitas air rigasi di Kecamatan Wonokerto pada saluran yang jaraknya jauh dari garis pantai ± 5.000 m, masih berada di ambang batas aman, sesuai baku mutu dan berada pada kelas (C2). Adapun, saluran pada Bagian Tengah sudah terjadi intrusi (C3). Artinya, air irigasi tersebut sudah termasuk jenis air agak payau dan bersalinitas tinggi. Saluran tersebut mengairi petak-petak pertanian pada Desa Rowoyoso dan Desa Tratebang. Semakin mendekati garis pantai, hasil kualitas irigasi menunjukkan nilai salinitas yang semakin tinggi. Saluran pada Desa Semut, yang paling dekat dengan garis pantai ± 2000 meter, salinitas air irigasinya mencapai $> 5000 \mu\text{mhos/cm}$, dan dikategorikan sebagai air payau (C4). Wilayah dengan kualitas air irigasi yang salinitas air nya tinggi hingga sangat tinggi merupakan wilayah dengan potensi rawan banjir rob.

Hasil optimasi pada desa dengan kualitas air irigasi yang baik di Kecamatan Wonokerto, yaitu Desa Werdi adalah dengan memanfaatkan 102,31 hektar

lahan nya untuk padi, dan kurang dari 1 (satu) ha lahannya untuk tambak. Hasil optimasi Bagian Tengah Kecamatan Wonokerto, yaitu Desa Rowoyoso dengan 8,55 hektar peruntukan padi dan 94,45 hektar peruntukan tambak. Adapun, Desa Tratebang yaitu 19,75 hektar lahan peruntukan padi dan 201,25 hektar peruntukan budidaya tambak. Hasil optimasi pada Desa Semut yang memiliki salinitas sangat tinggi adalah 100% lahan sektor pertaniannya diperuntukan budidaya tambak. Sektor pertanian pada Wilayah Pesisir dengan salinitas tinggi dapat menghasilkan produksi yang optimum apabila lahan pertanian pada wilayah tersebut dikelola dengan menyesuaikan jenis pertanian dan kualitas sumber airnya. Selain itu, berdasarkan perhitungan dan pemodelan menggunakan metode simpleks, Kecamatan Wonokerto dapat menghasilkan nilai produksi pada sektor pertaniannya mencapai Rp 62.038.360.189,00.

Hasil perhitungan dan pemodelan ini hanya dapat digunakan dengan melihat dan menimbang keterbatasan-keterbatasan dalam penelitian ini, yaitu pengambilan data pada musim kemarau dengan estimasi produksi tahunan, data luasan lahan yang menggunakan luasan penggunaan lahan, dan penggunaan data sekunder karena terkendala pandemi COVID-19. Selain itu, pemodelan ini juga bergantung pada harga jual produksi pertanian.

Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti memberikan saran, bahwa keterbatasan dalam penelitian ini hendaknya menjadi pertimbangan untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya, pemerintah dapat memberdayakan masyarakat secara terpadu untuk penerapan kesesuaian pertanian dengan memperhatikan kondisi lingkungan terutama kualitas air untuk pengairan, pemerintah dapat memperbaiki ketersediaan dan keselarasan data, terutama data spasial antar lembaga atau instansi, agar informasi dapat tersampaikan dengan baik, dan perlu adanya studi lanjutan untuk mengetahui lebih terperinci agar masyarakat dapat semakin terbantu dalam mengelola sektor pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Adi, Bayu. 2019. Akibat Erosi pantai, Daratan Simonet Kian Menyusut. *Radar*

- Pekalongan*. [online] dari : [https://radarpekalongan.co.id/85998/akibat-erosi pantai- daratam-simonet-kian-menyusut/](https://radarpekalongan.co.id/85998/akibat-erosi-pantai-daratam-simonet-kian-menyusut/) [2 Januari 2020]
- Adi, Tri. 2019. Bangun JATENG sebagai raksasa perikanan. *KONTAN*. [online] dari: <https://analisis.kontan.co.id/news/bangun-jateng-sebagai-raksasa-perikanan?page=all> [23 Oktober 2019]
- Adlani, Y. 2017. Strategi Adaptasi Masyarakat Wonokerto terhadap Dampak Banjir Rob (Studi Kasus : Masyarakat Nelayan di Pantai Utara, Pekalongan). *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Jakarta.
- Apriando, T. 2014. Inilah Ancaman Alih Fungsi Lahan Pertanian di JATENG dan Yogyakarta. *Mongabay* [online] dari : [https://www.mongabay.co.id/2014/09/27/inilah-ancaman-alih-fungsi-lahan- pertanian-di-jateng-dan-yogyakarta/](https://www.mongabay.co.id/2014/09/27/inilah-ancaman-alih-fungsi-lahan-pertanian-di-jateng-dan-yogyakarta/) [23 Oktober 2019].
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah. 2016. *Produksi perikanan budidaya menurut Kabupaten/Kota dan Subsektor di Provinsi Jawa Tengah (ton)*. [online] dari : [https://jateng.bps.go.id/statictable/2017/10/27/1551/produksi-perikanan-budidaya-menurut-kabupaten-kota-dan-subsektor-di-provinsi-jawa-tengah- ton-2016.html](https://jateng.bps.go.id/statictable/2017/10/27/1551/produksi-perikanan-budidaya-menurut-kabupaten-kota-dan-subsektor-di-provinsi-jawa-tengah-ton-2016.html) [20 November 2019]
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2009. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2009*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2010*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2011*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2014*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2015*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2017*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2010. *Kecamatan Wonokerto dalam Angka 2018*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2011. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2011*.

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2015. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2014/2015*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2017. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2017*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2018. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2018*.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pekalongan. 2019. *Kabupaten Pekalongan dalam Angka 2019*.
- Bantacut, Tajuddin. 2014. Agenda Pembangunan Pertanian dan Ketahanan Pangan 2014 -2019. *Pangan*, Vol 23 No, 3 Hal 278-295.
- Duan, Yuxin. 2016. Saltwater Intrusion and Agriculture : A comparative Study Between The Netherlands and China. *Thesis*. Sweden : Enviromental Engineering and Sustainable Infrastucture, Division of Land and Water Resources Engineering, Royal Institute of Technology (KTH).
- Febrianto, Prahayuda. 2016. Manfaatkan lahan korban rob Petani udang faname Raup omzet Rp 1 miliar per tahun. *Sindo News* [online] dari : <https://ekbis.sindonews.com/berita/1086777/34/petani-udang-faname-raup-omzet-rp1-miliar-per-tahun> [23 Oktober 2019].
- Gunantara, N. 2018. *Tenik Optimasi*. Denpasar : Udayana University Press.
- Hadiyan, Muhammad. 2019. 616 Hektar Sawah di 7 Kecamatan terendam banjir. *Radar Pekalongan* [online] dari : <https://radarpekalongan.co.id/58889/616-hektar-sawah-di-7-kecamatan-terendam-banjir/> [20 November 2019]
- Harker, Alexander, et al. 2019. The Impact of Sea-level rise on tidal characteristic around Australia. *Ocean Science*, Vol 15, Hal 147-159 [13 Oktober 2019]
- Hidayat, Ali Akhmad Noor. 2019. Edhy Prabowo minta pengusaha bina petambak tradisional. *Tempo* [online] dari : <https://bisnis.tempo.co/read/1270334/edhy-prabowo-minta-pengusaha-bina-petambak-tradisional> [20 November 2019].
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industry*. CV. Rajawali : Jakarta
- Rachman, Achmad, dkk. 2018. *Pengelolaan Sawah Salin berkadar garam tinggi*. Jakarta : IAARD PRESS, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Rachmansyah, dkk. 2010. Karakteristik, kesesuaian dan pengelolaan lahan tambak di Kota Pekalongan Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*, Vol. 5 No.3, Hal : 505-521. [online] dari : <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra/article/view/2387/1931> [23 November 2019]
- Sajuri dan Ariyani Dinar. 2020. Pengaruh jarak Lahan Budidaya dengan pantai terhadap Pertumbuhan dan hasil tanaman melati (*Jasminum Sambac* L.). *Journal UNCP*. Vol. 8, No. 1. [online] dari : <https://journal.uncp.ac.id/index.php/perbal/article/view/1513>
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumberdaya Tanah dan Air*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Susanto, Budi. 2017. Kabupaten Pekalongan jadi penopang lumbung padi di JATENG. *Tribun News, Jawa Tengah*. [online] dari : <https://jateng.tribunnews.com/2017/12/20/kabupaten-pekalongan-jadi-penopang-lumbung-padi-di-jateng> [20 November 2019].